

PATENT
2080-3234
Customer No: 035884

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:
Jae Hyoung Kim and Sung Ryong Hong
Serial No:
Filed: Herewith
For: CHANNEL ESTIMATOR ADOPTING MASKING

Art Unit:
Examiner:

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith are certified copies of Korean patent application No. 10-2003-0013146, which was filed on March 3, 2003; and from which priority is claimed under 35 U.S.C. Section 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: March 2, 2004

By: Amit Sheth
Jonathan Y. Kang
Registration No. 38,199
F. Jason Far-Hadian
Registration No. 42,523
Amit Sheth
Registration No. 50,176
Attorney for Applicant(s)

LEE, HONG, DEGERMAN, KANG & SCHMADEKA
801 S. Figueroa Street, 14th Floor
Los Angeles, California 90017
Telephone: (213) 623-2221
Facsimile: (213) 623-2211



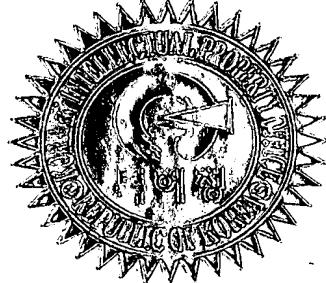
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0013146
Application Number

출원년월일 : 2003년 03월 03일
Date of Application MAR 03, 2003

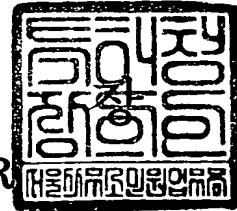
출원인 : 엘지전자 주식회사
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2004년 02월 26일

특허청

COMMISSIONER





919980000221



10111010000000000000



0000266000

방 식 심 사 란	당 당	심 사 관

【서류명】 특허출원서

【권리구분】 특허

【수신처】 특허청장

【참조번호】 0008

【제출일자】 2003.03.03

【국제특허분류】 H04N

【발명의 국문명칭】 디지털 티브이의 채널 추정 장치

【발명의 영문명칭】 Channel Estimator of Digital TV

【출원인】

【명칭】 엘지전자 주식회사

【출원인코드】 1-2002-012840-3

【대리인】

【성명】 김용인

【대리인코드】 9-1998-000022-1

【포괄위임등록번호】 2002-027000-4

【대리인】

【성명】 심창섭

【대리인코드】 9-1998-000279-9

【포괄위임등록번호】 2002-027001-1

【발명자】

【성명의 국문표기】 김재형

【성명의 영문표기】 KIM, Jae Hyoung

【주민등록번호】 730205-1024722

【우편번호】 404-320

【주소】 인천광역시 서구 원당동 567번지 KAL아파트 101-1301

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 홍성룡

【성명의 영문표기】 HONG, Sung Ryong

【주민등록번호】 701220-1109031

【우편번호】 463-480

【주소】 경기도 성남시 분당구 금곡동 133 청솔주공아파트 904-1301

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사
를 청구합니다.

대리인

김용인 (인)

대리인

심창섭 (인)

【수수료】

【기본출원료】	19	면	29,000	원
---------	----	---	--------	---

【가산출원료】	0	면	0	원
---------	---	---	---	---

【우선권주장료】	0	건	0	원
----------	---	---	---	---

【심사청구료】	4	항	237,000	원
---------	---	---	---------	---

【합계】			266,000	원
------	--	--	---------	---

【첨부서류】 1. 요약서 · 명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 디지털 티브이의 채널 추정 장치에 관한 것으로, 외부로부터 수신되는 기저대역 신호와 훈련구간 신호의 상호 상관값들을 구하는 상호 상관값 생성부와, 상기 상호 상관값들 중 실제 채널의 임펄스 응답을 구하는데 사용되는 상호 상관값을 결정하는 상호 상관값 최대치 검색부와, CIR(Channel Impulse Response) 추정 범위만큼의 상호 상관값 벡터를 출력하는 상호 상관값 벡터 생성부와, 상기 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬을 출력하는 메모리부와, 상기 상호 상관값 벡터와 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬을 이용하여 CIR 추정치를 산출하는 연산부와, 상기 CIR 추정치에 따라 마스크 신호를 생성하고 이 마스크 신호를 이용하여 상기 CIR 추정치에 포함된 잡음을 제거하는 CIR 마스킹부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기한 채널 추정 장치는 시변 채널에서 채널 임펄스 응답 추정치의 정확도를 향상시킬 수 있으며 이를 적용하는 주파수 영역 등화기의 시변 채널에 대한 추적 성능을 향상시킬 수 있다.

【대표도】

도 2

【색인어】

채널 추정기, CIR

【명세서】

【발명의 명칭】

디지털 티브이의 채널 추정 장치{Channel Estimator of Digital TV}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른 VSB 지상파 수신용 주파수 영역 등화기의 블록 구성도

도 2는 본 발명에 따른 채널 추정 장치의 블록 구성도

도 3은 도 2의 CIR 마스킹부의 상세 블록 구성도

도 4a 내지 도 4d는 본 발명에 따른 CIR 마스킹 작업 및 그에 따른 신호의 추이를 나타낸 도면

도면의 주요 부분에 대한 부호 설명

201 : 트레이닝 시퀀스부

202 : 상호 상관값 생성부

203 : 상호 상관값 최대치 검색부

204 : 상호 상관값 벡터 생성부

205 : 롬

206 : 연산부

207 : CIR 마스킹부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래 기술】

본 발명은 디지털 티브이에 관한 것으로 특히, 시변 채널에서 보다 정확한 채널 임펄스 응답을 추정할 수 있는 디지털 티브이의 채널 추정 장치에 관한 것이

다.

8 VSB(Vestigial Side Band) 방식으로 전송되는 지상파 TV 신호는 동적 다중 경로 채널을 통과하여 수신단에 도착하게 된다. 도착된 신호는 인접 신호와의 간섭 때문에 심하게 왜곡되어 있는데 이러한 신호로부터 원신호를 회복하기 위해서는 등화기의 채용이 불가피하다 하겠다.

현재 VSB 방식과 같은 단일 반송파 전송 시스템의 수신기에서는 대부분 시간 영역에서 구현된 등화기를 사용하고 있으며, 그 중 가장 대표적인 것이 비선형 판정 케환 등화기(Decision Feedback Equalizer : 이하, DEF라 한다)이다.

상기 등화기는 최소-평균-자승(LMS; least-mean-squares) 방식을 채택함으로서 구현이 간단한 장점이 있으나, 채널의 왜곡이 심한 경우 오차 진행(Error Propagation) 현상이 발생하며 전송 채널의 상태가 다시 양호해 지더라도 재수렴하지 못하는 단점이 있다.

또한, 시변 채널에서 메인 경로가 변하는 상황이 발생할 경우 견고하게 동작하지 못하여 프레임(frame) 동기가 자주 깨지는 단점이 있다.

위에서 열거한 시간영역 등화기의 단점은 채널 추정 장치를 이용해 채널의 임펄스 응답(Impulse response)을 구하고 주파수 영역에서 제로 포싱(zero forcing) 방식으로 등화할 경우, 상당 부분 해결될 수 있다.

이러한 방식의 주파수 영역 등화기의 경우 다중 경로의 개수나 그 왜곡정도에 무관하게 항상 일관된 성능을 낼 수 있으며, 메인 경로가 시간적으로 변하는 채널 환경에서도 시간영역 등화기의 경우처럼 프레임 에러를 발생시키기 않고 견고하

게 동작하는 장점이 있다.

또한, 등화해야 하는 다중경로의 범위가 넓어질수록 시간영역 등화기에 비해 서 간단하게 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

채널 추정 장치를 이용한 주파수 영역 등화기의 구조는 도 1과 같다.

먼저, 수신되는 기저대역 신호($y(n)$)로부터 채널 임펄스 응답(Channel

Impulse Response : 이하, CIR이라 한다)($h^{(n)}$)을 추정하는 채널 추정부(101), 상기 기저대역 신호($y(n)$)를 주파수 영역으로 변환하는 제 1 FFT(Frequency Field

Transform) 변환부(102), CIR($h^{(n)}$)을 주파수 영역으로 변환하는 제 2 FFT 변환

부(103), 주파수 영역으로 변환된 기저대역 신호($y(n)$)와 CIR($h^{(n)}$)을 이용하여 제로 포싱(zero forcing) 방식으로 등화를 수행하는 주파수영역 등화부(104), 그리고 등화된 주파수 영역 데이터를 시간영역으로 역변환하는 IFFT 변환부(105)로 구성된다.

제로 포싱(zero forcing) 방식으로 등화된 신호는 유색잡음(Colored Noise)을 포함하게 되는데 이러한 유색잡음을 제거하기 위해 상기 IFFT 변환부(105) 이후에 IFFT 변환부(105)의 출력($x^{(n)} + v^{(n)}$)으로부터 잡음 예측치($v^{(n)}$)를 산출하는 잡음 예측부(106)와, 상기 IFFT 변환부(105)의 출력($x^{(n)} + v^{(n)}$)으로부터 상기 잡음 예측부(106)로부터의 잡음 예측치($v^{(n)}$)를 가산하여 유색잡음을 제거하는 가산기(108)를 더 포함한다.

채널 추정을 통한 주파수 영역 등화기의 성능은 사실상 채널 추정의 정확도와 빈도수에 의해서 좌우되기 때문에 여러 가지 추정기법에 대한 시도가 활발하게 진행되고 있다.

채널 추정 장치의 기법에는 크게 훈련신호만을 이용하여 추정하는 방법과 훈련신호와 무관하게 동작하는 블라인드(Blind) 방식, 그리고 훈련구간에서는 훈련신호를 이용하고 그 이외의 구간에서는 블라인드로 동작하는 세미 블라인드(Semi-blind) 방식이 있다.

그 중에서도 상대적으로 간단하여 구현이 가능한 몇 가지 방법을 살펴보면, 알고 있는 훈련신호와 실제 수신된 훈련신호와의 상호상관값(Cross Correlation)만을 이용하여 채널의 임펄스 응답의 추정치로 사용하는 방식, 최소 자승(Least Square : LS) 방식, 데이터와 훈련 심볼을 모두 이용하는 부채널 정합방식(Sub-channel Response Matching : SRM) 등이 있다.

상기 상호상관값만을 이용한 채널 추정 장치의 경우, 간단하기는 하나 채널 추정치가 상대적으로 부정확하다.

상호상관값의 정확도를 높이기 위해서 상호상관값 계산에 사용되는 훈련심볼을 개수를 늘리는 것을 생각해 볼 수 있는데, PN63 시퀀스가 중복되는 VSB 필드 싱크 부분의 구조상 63 심벌 주기로 PN 시퀀스의 유한성에 의한 피크가 뜨게 되어 정확한 채널 추정을 어렵게 한다.

이러한 제약은 LS 방식의 채널 추정기법을 사용하면 극복할 수 있는데, LS방식은 상호상관값으로부터 훈련구간내에서 상호상관값 계산에 사용되는 훈련심볼들

간의 자기상관관계를 제거해 주기 때문이다.

한편, 부채널 정합방식(SRM)의 경우 채널 임펄스 응답의 길이를 정확히 알 수 있는 경우에만 정확한 채널의 추정이 가능하므로 지상파 채널과 같이 채널의 특성이 시간에 따라서 심하게 변하는 환경에서는 부적합하다.

따라서, VSB 수신 환경이라면 LS 방식이 가장 적합하다 하겠다.

LS 방식을 포함한 상호상관값을 이용한 채널 추정 장치의 경우 상호상관값을 취하는 과정에서 데이터에 의한 잡음이 포함되게 되는데, 데이터는 평균이 0인 확률함수라는 사실을 이용하면 시간 영역 평균을 취함으로써 데이터에 의한 잡음의 영향을 줄일 수 있다.

따라서, 시간평균을 적용한 채널 추정 장치의 경우 매 필드마다 채널 추정 순시치를 구하고 시간 영역의 평균을 취함으로써 채널 추정치의 정확도를 높여갈 수 있다.

채널추정에 있어서 데이터의 영향을 없애기 위한 다른 방법으로 스레시홀딩(thresholding) 기법이 있다. 이는 다음 수학식 1과 같이, 특정레벨(??) 이하의 채널 임펄스응답에 대해서는 0으로 간주하는 기법이다.

【수학식 1】

$$\hat{h}(n) = \begin{cases} 0 & \text{if } |\hat{h}(n)| < \varepsilon \\ \hat{h}(n) & \text{otherwise.} \end{cases}$$

LS 방식으로 추정된 채널의 채널 임펄스 응답(CIR)에 시간평균을 취하는 채

널 추정 장치는 다중경로인 정적 채널에 대해서 채널의 CIR을 정확히 추정해냄으로써 시간영역에서 블라인드로 동작하는 등화기에 견주어 월등히 우수한 특성을 나타낸다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

그러나, 상기한 종래 기술은 다음과 같은 문제점이 있다.

채널 임펄스 응답(CIR)에 포함된 데이터에 의한 영향을 없애기 위해서 이동 평균을 취해야 하는 특성 때문에 시변 채널의 경우에는 심벌 단위로 갱신되는 시간 영역 등화기에 대해서 매우 열악한 특성을 나타낸다.

또한, 스레시홀딩 기법의 경우 임계값을 넘는 채널 임펄스 응답(CIR)값이라 할지라도 송신단의 펄스 정합 필터(pulse sharing filter)와 수신단의 정합 필터(matched filter)에 의한 펄스 테일들을 전혀 살려주지 못함으로써 심한 성능 열화가 발생된다.

그리고, 실제 DTV 지상파 수신 환경을 보면 수신 환경이 양호하다 하더라도 어느 정도의 주파수 스펙트럼의 동요가 존재하기 때문에 이러한 채널 추정 장치를 DTV 수신기에 적용했을 동적 다중 채널(dynamic multipath channel)에서의 수신 성능이 열악한 문제점이 있다.

본 발명은 상기한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 안출한 것으로 채널 임펄스 응답(CIR)의 테일 부분은 살리고 데이터에 의한 잡음을 강제로 제거하여 시변 채널에서 보다 정확한 채널 임펄스 응답을 추정할 수 있는 디지털 티브이의 채널 추정 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적은 주파수 영역 등화기의 시변 채널에 대한 추적 성능을 향상시킬 수 있는 디지털 티브이의 채널 추정 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성】

본 발명에 따른 디지털 티브이의 채널 추정 장치는 외부로부터 수신되는 기저대역 신호와 훈련구간 신호의 상호 상관값들을 구하는 상호 상관값 생성부와, 상기 상호 상관값들 중 실제 채널의 임펄스 응답을 구하는데 사용되는 상호 상관값을 결정하는 상호 상관값 최대치 검색부와, CIR(Channel Impulse Response) 추정 범위 만큼의 상호 상관값 벡터를 출력하는 상호 상관값 벡터 생성부와, 상기 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬을 출력하는 메모리부와, 상기 상호 상관값 벡터와 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬을 이용하여 CIR 추정치를 산출하는 연산부와, 상기 CIR 추정치에 따라 마스크 신호를 생성하고 이 마스크 신호를 이용하여 상기 CIR 추정치에 포함된 잡음을 제거하는 CIR 마스킹부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 CIR 마스킹부는 상기 CIR 추정치의 값이 임계치 이상인 구간 동안 소정 원도우 사이즈를 갖는 마스크 신호를 생성하는 마스크 신호 생성부와, 상기 CIR 추정치와 상기 마스크 신호의 동기를 맞추는 CIR 지연부와, 상기 마스크 신호가 0이 아닌 구간의 상기 CIR 추정치가 출력되도록 CIR 추정치에 마스킹 작업을 수행하는 마스킹 처리부로 구성됨을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 마스킹 처리부는 상기 마스크 신호에 따라서 상기 채널 임펄스 응답 추정치 또는 0을 선택하여 출력하는 막스인 것을 특징으로 한다.

바람직하게, 상기 마스킹 처리부는 상기 마스크 신호와 상기 채널 임펄스 응답 추정치를 승산하여 마스크 신호가 0이 아닌 구간의 채널 임펄스 응답 추정치를 출력하는 곱셈기인 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 이점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해 질 것이다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

도 2는 본 발명에 따른 채널 추정 장치의 블록 구성도이고, 도 3은 도 2의 채널 임펄스 응답(CIR) 마스킹부의 블록 구성도이다.

도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 채널 추정 장치는 훈련구간 신호를 출력하는 트레이닝 시퀀스(Training Sequence)부(201)와, 외부로부터 수신되는 지상파 TV 신호($y(n)$)와 상기 훈련구간 신호의 상호상관값($P(i)$)을 구하는 상호상관값 생성부(Cross Correlator)(202)와, 상기 상호상관값 생성부(202)에서 출력되는 상호상관값($P(i)$)들 중 실제 채널 임펄스 응답(CIR)을 구하는데 사용되는 값들은 한 필드마다 한번씩만 나오게 되는데 이러한 유용한 상호상관값들을 감지하는 상호상관값 최대치 검색부(Max Search)(203)와, 상기 상호상관값 최대치 검색부(203)에서 실제 CIR을 구하는데 사용되는 값이 결정된 후에 CIR 추정 범위만큼의 상호상관값 벡터(p)를 출력하는 상호상관값 벡터 생성부(204)와, 상기 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬(R^{-1})을 출력하는 롬(ROM)(205)과, 상기 자기 상관

값의 역행렬(R^{-1})과 상기 상호상관값 벡터(p)를 도트(dot) 연산하여 CIR

추정치($h^{(k)}$)^{??}를 구하는 연산부(206), 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}에 포함되어 있는 데 이터에 의한 잡음을 제거하는 CIR 마스킹부(207)로 구성된다.

상기 CIR 마스킹부(207)는 도 3에 도시된 바와 같이, CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}에 따라 마스크 신호를 생성하는 마스크 신호 생성부(Mask Signal Generator)(207a), 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}와 상기 마스크 신호의 동기를 맞추기 위한 CIR 지연부(207b)와, 마스크 신호가 존재하는 구간동안에만 CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}가 출력되도록 마스킹 작업을 수행하여 잡음을 제거하는 마스킹 처리부(207c)로 구성된다.

도면에서는 상기 마스킹 처리부(207c)를 멀티플렉스(MUX)로 구현하고 있으나 상기 멀티플렉스(MUX) 대신 곱셈기로도 구현 가능하다.

상기 멀티플렉스(MUX)를 사용하는 경우에는 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}는 0과 함께 멀티플렉스의 입력 신호로 입력되며, 상기 마스크 신호는 CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}는 0 중 어느 하나를 선택하기 위한 제어 신호로 입력되도록 구성한다. 그리고, 곱셈기를 사용하는 경우에는 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)^{??}와 마스크 신호를 승산하여 출력하도록 구성한다.

그리고, 상기 마스크 신호 생성부(207a)에서 마스크 신호 생성시 결정해야 할 두 가지 파라메터(Parameter)가 있는데, 이는 실제 CIR로 인정하는 최소한의 값

인 CIR 임계값과 마스크 윈도우(Mask Window)의 사이즈이다.

상기 마스크 신호 생성부(207a)는 상기 CIR 임계값과 마스크 윈도우 사이즈가 결정되면 CIR 임계값을 신호 크기 마스크 윈도우 사이즈의 폭을 갖는 마스크 신호를 생성한다.

CIR 임계값은 실험적으로 정해져야 하며 고스트가 전혀 없는 상황에서 CIR의 최대값을 1로 정규화 했을 때 0.1에서 0.2 사이의 값이 적당하다.

또한, 고스트가 존재하는 상황에서 CIR의 임계값은 CIR의 최대치에 대한 상대적인 값으로 정해질 수도 있으나, 항상 일정 레벨의 잡음이 들어오는 상황에서는 오히려 성능 열화를 가져올 수도 있다.

한편, 마스크 윈도우(Mask Window)의 크기는 잡음에 대한 영향과 임계값을 넘는 CIR들의 테일(tail)들의 전파 범위를 고려하여 정해져야 하는데, 보다 많은 펄스 테일(pulse tail)들을 살림으로써 채널 추정의 정확도를 높이려고 하면 상대적으로 많은 양의 잡음을 포함하여 효과를 보지 못하는 경우가 있다.

마스크 윈도우의 크기는 실험적으로 임계값을 넘는 CIR 주변으로 ± 10 심볼 정도가 적당한 것으로 보이며, 이 경우도 역시 CIR의 값이 클수록 펄스 테일의 크기와 범위가 증가하는 점을 감안하여 CIR의 크기에 비례하여 가변적인 값을 갖게 할 수도 있다.

예를 들어, CIR 마스킹부(207)는 임계값보다 큰 CIR 피크가 생기면 마스크 신호를 0에서 1로 변환하고 마스크 윈도우 크기만큼 1로 유지한다. 이렇게 해서 생성된 마스크 신호는 실제 CIR에 대해서 마스크 윈도우 크기의 1/2만큼 지연이 되어

있기 때문에 CIR 지연부(207b)에서 CIR 마스크 신호의 동기를 맞추게 된다.

도 4a 내지 도 4d는 CIR 신호와 마스크 신호의 추이를 나타낸 도면으로, 상기 연산부(206)에서 출력된 CIR 추정치($h^{(k)}$)가 도 4a와 같고, 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)를 이용하여 상기 마스크 신호 생성부(207a)에서 생성된 마스크 신호 패턴은 도 4b와 같다.

그리고, 도 4c는 상기 CIR 지연부(207b)에 의해서 동기화된 CIR 추정치($h^{(k)}$)와 마스크 신호를 나타낸 도면으로, 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)와 마스크 신호는 상기 마스킹 처리부(207c)로 입력되는데, 상기 마스킹 처리부(207c)는 상기 CIR 추정치($h^{(k)}$)가 마스크 신호값보다 큰 경우에만 출력하고 마스크 신호값보다 작은 경우에는 출력되지 않게 하여 도 4d와 같은 출력이 얻어진다.

제안된 채널 추정 장치는 기존 시간평균을 취하는 LS 추정 장치에 대해서 시변 채널에 대한 성능이 향상될 것으로 기대되는데, 다음 표 1, 2, 3은 리얼스트림 신호를 이용한 테스트 결과를 나타낸다.

【표 1】

시간 평균 횟수	Raw CIR		Masked CIR
	0	×	26.7dB
2	17.3dB		
4	20.3dB		
8	22.5dB		

【표 2】

		Raw CIR	Masked CIR
시간 평균 횟수	0	×	22.7dB
	2	×	
	4	×	
	8	20.2dB	

【표 3】

		Raw CIR	Masked CIR
시간 평균 횟수	0	×	21.5dB
	2	×	
	4	×	
	8	×	

본 실험에서 사용된 CIR 임계값과 마스크 윈도우의 크기는 각각 0.1, ± 10 심볼이었으며, 출력 SNR(Signal to Noise Ratio)은 주파수 영역 제로 포싱(zero forcing) 방식의 등화기의 출력에서 계산하였다.

표에서 \times 는 에러가 발생하는 상황이며 dB로 표시된 값은 에러가 없는 상황에서의 평균 SNR값을 나타낸다.

표 1은 고스트가 없는 경우로, CIR 추정치를 그대로 제로 포싱(zero forcing) 방식의 등화기에 적용하게 되면 고스트가 없는 상황이라 할지라도 시간 평균을 취하지 않으면 에러가 발생하게 된다.

2번 이상 시간 평균을 취해야만 에러가 발생하지 않으며, 2번 이상 시간 평균을 취하더라도 평균 SNR이 17.3dB로 열악하다. 반면, 동일한 상황에서 마스크를 씌운 CIR의 경우 약 27.6dB의 SNR을 얻을 수 있었다.

표 2는 $1\mu\text{s}$ 에 0dB 포스트 고스트가 존재하는 경우로, 기존의 시간 평균을 이용한 채널 추정 장치의 경우 8번 이상의 평균을 취해야 에러가 없는 상황에 도달하

게 되지만, 본 발명을 이용하면 CIR 추정치에 마스크를 취하는 것만으로도 에러를 제거할 수 있다.

마지막으로 표 3은 $1\mu\text{s}$ 에 3dB 1Hz 포스트 고스트가 존재하는 상황으로, 시간 평균의 범위가 넓어질수록 평균 SNR이 심하게 떨어지는 현상을 확인할 수가 있는 반면, 본 발명에 의한 실험 결과는 CIR 추정치만으로도 에러가 발생되지 않는다.

【발명의 효과】

상기와 같은 본 발명에 따른 디지털 티브이의 채널 추정 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 상호 상관값을 구하는데 사용되는 PN 시퀀스의 유한성에서 오는 잡음을 결려줄 수 있으므로 CIR 추정치에 대한 정확도를 향상시킬 수 있다.

둘째, CIR 추정 장치의 CIR 추정치에 대한 정확도를 향상시킬 수 있으므로 채널 추정 장치를 이용하는 주파수 등화기의 시변 채널에 대한 추적성능을 향상시킬 수 있다.

이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 이탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.

따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정하는 것이 아니라 특히 청구범위에 의해서 정해져야 한다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

외부로부터 수신되는 기저대역 신호와 훈련구간 신호의 상호 상관값들을 구하는 상호 상관값 생성부;

상기 상호 상관값들 중 실제 채널의 임펄스 응답을 구하는데 사용되는 상호 상관값을 결정하는 상호 상관값 최대치 검색부;

CIR(Channel Impulse Response) 추정 범위만큼의 상호 상관값 벡터를 출력하는 상호 상관값 벡터 생성부;

상기 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬을 출력하는 메모리부;

상기 상호 상관값 벡터와 훈련구간 신호의 자기 상관값의 역행렬을 이용하여 CIR 추정치를 산출하는 연산부; 그리고,

상기 CIR 추정치에 따라 마스크 신호를 생성하고 이 마스크 신호를 이용하여 상기 CIR 추정치에 포함된 잡음을 제거하는 CIR 마스킹부를 구비하는 것을 특징으로 하는 디지털 티브이의 채널 추정 장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 CIR 마스킹부는

상기 CIR 추정치의 값이 임계치 이상인 구간 동안 소정 윈도우 사이즈를 갖는 마스크 신호를 생성하는 마스크 신호 생성부;

상기 CIR 추정치와 상기 마스크 신호의 동기를 맞추는 CIR 지연부;

상기 마스크 신호가 0이 아닌 구간의 상기 CIR 추정치가 출력되도록 CIR 추정치에 마스킹 작업을 수행하는 마스킹 처리부로 구성됨을 특징으로 하는 디지털 티브이의 채널 추정 장치.

【청구항 3】

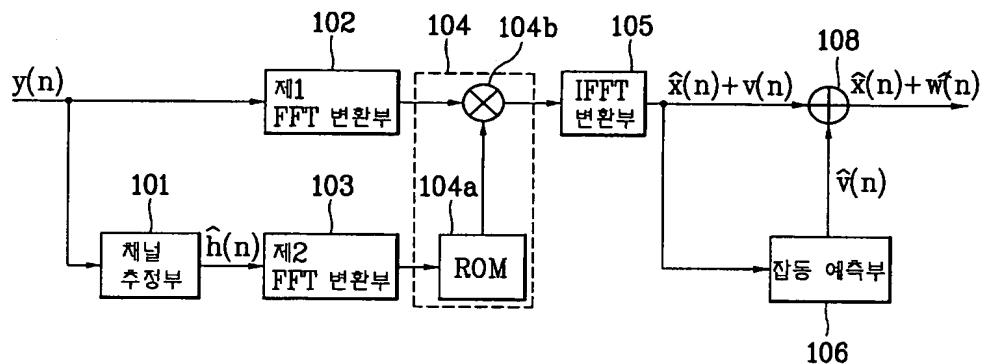
제 2항에 있어서,
상기 마스킹 처리부는
상기 마스크 신호에 따라서 상기 채널 임펄스 응답 추정치 또는 0을 선택하여 출력하는 먹스인 것을 특징으로 하는 디지털 티브이의 채널 추정 장치.

【청구항 4】

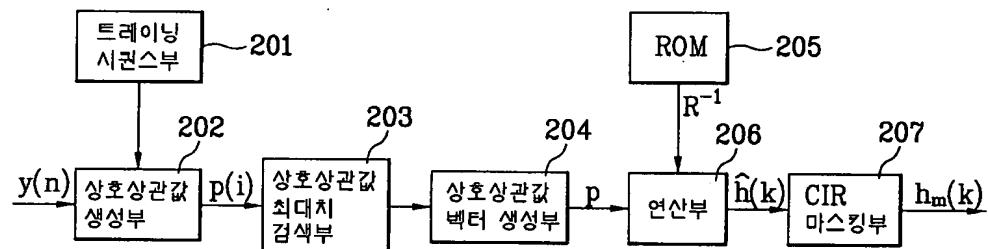
제 2항에 있어서,
상기 마스킹 처리부는
상기 마스크 신호와 상기 채널 임펄스 응답 추정치를 승산하여 마스크 신호가 0이 아닌 구간의 채널 임펄스 응답 추정치를 출력하는 곱셈기인 것을 특징으로 하는 디지털 티브이의 채널 추정 장치.

【도면】

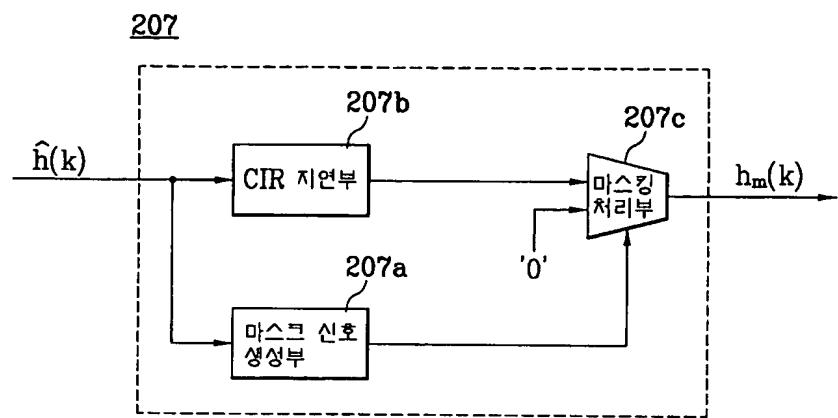
【도 1】



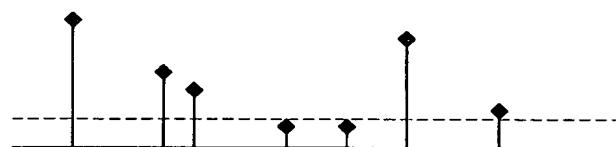
【도 2】



【도 3】



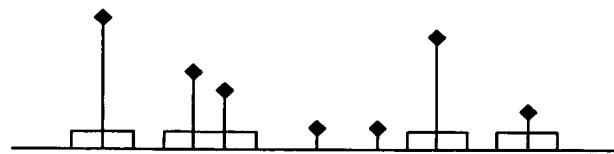
【도 4a】



【도 4b】



【도 4c】



【도 4d】

